



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08315129 A**(43) Date of publication of application: **29 . 11 . 96**

(51) Int. Cl.

G06T 3/40
H04N 1/393
H04N 5/262

(21) Application number: **07115878**(71) Applicant: **SHARP CORP**(22) Date of filing: **15 . 05 . 95**(72) Inventor: **HIGUCHI KAORU**(54) **IMAGE ENLARGEMENT SYSTEM**

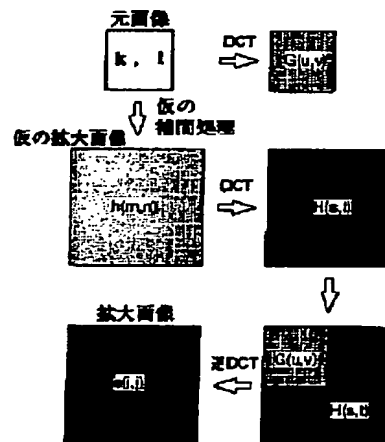
frequency area to the space area.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

PURPOSE: To provide an image enlargement system which prevents deterioration in picture quality.

CONSTITUTION: This system consists of a step wherein a 1st transformation coefficient matrix is found by reading image signals in block units consisting of plural pixels out of an original image and performing orthogonal transformation from a space area to a frequency area, block by block, a step wherein a temporary enlarged image is found by performing a temporary interpolating process based on 1 pixel constituting the original image in the periphery of a pixel to be interpolated, a step wherein a 2nd transformation coefficient matrix is found by reading image signals in block units out of the temporary enlarged image and performing orthogonal transformation, block by block, a step wherein a 3rd transformation coefficient matrix is found by substituting the transformation coefficients of a low-frequency band constituting the 2nd transformation coefficient matrix for the conversion coefficients of the 1st transformation coefficient matrix, and a step wherein the 3rd transformation coefficient matrix is transformed reversely and orthogonally from the



Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-315129

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 T 3/40

G 0 6 F 15/66

3 5 5 J

H 0 4 N 1/393

H 0 4 N 1/393

5/262

5/262

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平7-115878

(22) 出願日

平成7年(1995)5月15日

(71) 出願人 00005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 樋口 肇

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

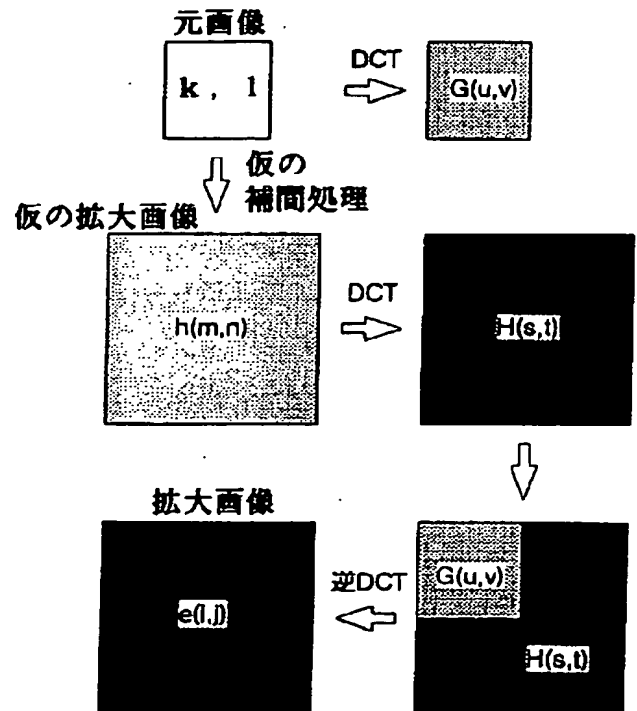
(74) 代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】 画像拡大方式

(57) 【要約】

【目的】画質劣化が生じるのを防止することができる画像拡大方式を提供する。

【構成】本発明にかかる画像拡大方式は、複数の画素からなるブロック単位の画像信号を元画像から読み出し、空間領域から周波数領域への直交変換をブロックごとに実行して第1の変換係数行列を求めるステップと、補間すべき画素の周囲にあって元画像を構成する画素の少なくとも1つ以上をもとにした仮の補間処理を実行して仮の拡大画像を求めるステップと、仮の拡大画像からブロック単位の画像信号を読み出し、ブロックごとの直交変換を実行して第2の変換係数行列を求めるステップと、第2の変換係数行列を構成する低周波帯域の変換係数を第1の変換係数行列の変換係数に置換して第3の変換係数行列を求めるステップと、第3の変換係数行列を周波数領域から空間領域へと逆直交変換するステップとからなることを特徴としている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の画素からなるブロック単位の画像信号を元画像から読み出し、空間領域から周波数領域への直交変換をブロックごとに実行して第1の変換係数行列を求めるステップと、

補間すべき画素の周囲にあつて元画像を構成する画素の少なくとも1つ以上をもとにした仮の補間処理を実行して仮の拡大画像を求めるステップと、

仮の拡大画像からブロック単位の画像信号を読み出し、ブロックごとの直交変換を実行して第2の変換係数行列を求めるステップと、

第2の変換係数行列を構成する低周波帯域の変換係数を第1の変換係数行列の変換係数に置換して第3の変換係数行列を求めるステップと、

第3の変換係数行列を周波数領域から空間領域へと逆直交変換するステップとからなることを特徴とする画像拡大方式。

【請求項2】複数の画素からなるブロック単位の画像信号を元画像から読み出し、空間領域から周波数領域への直交変換をブロックごとに実行して第1の変換係数行列を求めるステップと、

補間すべき画素の周囲にあつて元画像を構成する画素の少なくとも1つ以上をもとにした仮の補間処理を実行して仮の拡大画像を求めるステップと、

仮の拡大画像からブロック単位の画像信号を読み出し、ブロックごとの直交変換を実行して第2の変換係数行列を求めるステップと、

第2の変換係数行列を構成する高周波帯域の変換係数もしくは直交変換実行前の空間領域における画素データをもとにして第2の変換係数行列を構成する低周波帯域の変換係数を第1の変換係数行列の変換係数に置換するか否かを選択するステップと、

置換する場合には第2の変換係数行列を構成する低周波帯域の変換係数を第1の変換係数行列の変換係数に置換して第3の変換係数行列を求める一方、置換しない場合には第2の変換係数行列をそのまま第3の変換係数行列と設定するステップと、

第3の変換係数行列を周波数領域から空間領域へと逆直交変換するステップとからなることを特徴とする画像拡大方式。

$$f(x', y') = (1 - \alpha)(1 - \beta) \times f(x, y) + (1 - \alpha)\beta \times f(x, y + 1) + \alpha(1 - \beta) \times f(x + 1, y) + \alpha\beta \times f(x + 1, y + 1) \cdots (1)$$

さらにまた、線形補間方法とは異なり、以下に説明するような直交変換を利用した画像拡大方式（以下、第2従来例という）も採用されている。すなわち、画像信号は高い相関係数を有する1次元の信号源とみなせるから、空間領域における高い自己相関は周波数領域での低周波への電力集中を意味するというWiener-Khintchineの定理に基づくと、周波数領域での画像信号は低周波へと信

*【請求項3】元画像から読み出したブロック単位ごとの画像信号を直交変換して変換係数行列を求め、かつ、拡大率に応じて必要となる高周波帯域の変換係数を変換係数行列に付加したうえ、高周波帯域の変換係数が付加された変換係数行列を逆直交変換して拡大画像を生成する画像拡大方式において、

元画像から読み出されるブロック単位の画像信号を当該ブロック単位の幅よりも小さい任意の幅でもって位置ずれさせながら読み出したうえ、ブロックごとの直交変換を実行して拡大画像を生成し、かつ、生成された拡大画像の画素のうちで重複する画素データを有する画素については重複する画素データ同士の平均値を画素データとすることを特徴とする画像拡大方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、元画像を拡大して拡大画像を得る際の画像拡大方式に関する。

【0002】

【従来技術】従来から、1画素が8bitで256階調というような多値画像を拡大する際には、Bilinear法といわれる線形補間方法を利用してなる画像拡大方式（以下、第1従来例という）が採用されており、この方法においては、補間によって作成すべき画素（以下、補間対象画素という）の周囲にあつて補間対象画素の作成時に参照される画素（以下、補間参照画素という）4つの濃度値が利用されることになっている。すなわち、図7で示すように、X-Y座標系における距離1の等間隔位置ごとに格子点状として配列された画像を拡大する際の補間対象画素の座標位置を (x', y') とし、補間参照画素それぞれの座標位置を (x, y) , $(x + 1, y)$, $(x + 1, y + 1)$, $(x, y + 1)$ とする一方、各補間参照画素の画素データであるところの濃度値を $f(x, y)$, $f(x + 1, y)$, $f(x + 1, y + 1)$, $f(x, y + 1)$ で表し、かつ、補間対象画素 (x', y') から補間参照画素 (x, y) までのX座標系の距離を α と、また、Y座標系の距離を β とした場合には、補間対象画素 (x', y') の画素データである濃度値 $f(x', y')$ が(1)式でもって算出されるのである。

* 40 【0003】

号電力が偏っており、高周波ほど値がなくなる。一方、画像の拡大は画像内の画素数の数を増やしたうえ、拡大画像における画素間の距離を元画像の画素間距離と等しくすることである。

【0004】しかしながら、空間領域の大きさを一定とみなした場合における画像の拡大は空間領域の画素密度が増大したことを意味し、周波数領域における高周波帯

域を拡張したことになる。すなわち、換言すると、周波数領域において高周波帯域を付加することにより画像の拡大を行うことが可能となる。そこで、具体的には、画像信号を空間領域から周波数領域へと変換するための直交変換を実行し、複数の変換係数からなる変換係数行列を求めたうえで、拡大率に応じた個数の高周波帯域の変換係数を変換係数行列に付加し、高周波帯域の変換係数が付加された変換係数行列を周波数領域から空間領域へと逆直交変換すると、拡大画像が得られることになる。

【0005】ところで、直交変換を利用した際には、付加する高周波帯域の変換係数の有する値が問題となるが、画像信号の高周波帯域は低周波帯域と比較して小さい値をとるから、特開平2-76472号公報で開示されているように、高周波帯域の変換係数を0（ゼロ）で近似することが行われている。すなわち、実際的には、複数の画素からなるブロック単位の画像信号を元画像から読み出し、ブロックごとの直交変換を実行して複数の変換係数からなる第1の変換係数行列を求めたうえで、上記ブロックよりも大きな拡大ブロックに対応する第2の変換係数行列を設定し、低周波帯域に第1の変換係数行列の変換係数をあてはめ、かつ、残りの変換係数を0としたうえで変換係数行列の値を定めた後、この第2の変換係数行列を逆直交変換して拡大画像を求めることが行われるのである。

【0006】つまり、この第2従来例を採用したうえで元画像を拡大する際、例えば、画像を Z/z 倍にまで拡大する場合には、図8で示しており、かつ、以下に説明する①～④の手順に従った処理が実行されることになる。

【0007】①まず、拡大すべき元画像を任意の個数、例えば、 $z \times z$ 個の画素からなるブロック単位に分割したうえで、ブロック単位の画像信号を読み出す。

【0008】②次に、ブロックごとの直交変換、具体的には、2次元の離散コサイン変換（DCT）を実行することによって複数の変換係数 R を求める。なお、この場合における変換係数の個数も、1ブロック当たりの画素と同じ個数になっている。

【0009】③さらに、拡大率に応じた $Z \times Z$ 個の変換係数からなる拡大ブロックを設定したうえで、この拡大ブロックにおける低周波帯域の変換係数に対して②で求めた変換係数 R をあてはめ、かつ、高周波帯域の変換係数に対しては0を入れる。

【0010】④その後、拡大ブロック内の変換係数に対する逆離散コサイン変換（逆DCT）を実行すると、拡大画像が生成されるのである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記第1従来例においては、実際時の距離 α 、 β が定数であることが多く、積和の計算のみによって補間対象画素の画素データを算出することが可能であるため、簡単な補間処理

のみによって画像を拡大できる。しかしながら、空間領域のみを考慮した補間であることから拡大前の元画像に斜線または境界線が存在している場合には、斜線または境界線のぼやけやジャギー（ギザギザ）、つまり、視覚的な画質劣化が発生することになっていた。

【0012】一方、第2従来例では、高周波帯域をも考慮したうえでの補間処理が行われるから斜線または境界線に関しても滑らかな補間を行い得るのであるが、高周波帯域の変換係数を全て0とするため、画像の濃度値が急激に変化する境界部分などにモスキートノイズといわれる高周波成分の雑音が広がって見える歪みが発生してしまう。また、ブロック単位に元画像を分割したうえでの独立的な直交変換及び逆直交変換を行っているためにブロック同士の相関がなくなる結果、ブロック同士の境界にブロック歪みといわれる歪みが発生し、画質劣化が生じる不都合もあった。

【0013】本発明は、このような不都合に鑑みて創案されたものであって、モスキートノイズやブロック歪みの発生に伴う画質劣化が生じるのを防止することができる画像拡大方式を提供する。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる第1の画像拡大方式は、上記目的を達成するため、複数の画素からなるブロック単位の画像信号を元画像から読み出し、空間領域から周波数領域への直交変換をブロックごとに実行して第1の変換係数行列を求めるステップと、補間すべき画素の周囲にあつて元画像を構成する画素の少なくとも1つ以上をもとにした仮の補間処理、つまり、Bilinear法などの線形補間方法による仮の補間処理を実行して仮の拡大画像を求めるステップと、仮の拡大画像からブロック単位の画像信号を読み出し、ブロックごとの直交変換を実行して第2の変換係数行列を求めるステップと、第2の変換係数行列を構成する低周波帯域の変換係数を第1の変換係数行列の変換係数に置換して第3の変換係数行列を求めるステップと、第3の変換係数行列を周波数領域から空間領域へと逆直交変換するステップとからなることを特徴としている。

【0015】また、本発明にかかる第2の画像拡大方式は、複数の画素からなるブロック単位の画像信号を元画像から読み出し、空間領域から周波数領域への直交変換をブロックごとに実行して第1の変換係数行列を求めるステップと、補間すべき画素の周囲にあつて元画像を構成する画素の少なくとも1つ以上をもとにした仮の補間処理を実行して仮の拡大画像を求めるステップと、仮の拡大画像からブロック単位の画像信号を読み出し、ブロックごとの直交変換を実行して第2の変換係数行列を求めるステップと、第2の変換係数行列を構成する高周波帯域の変換係数もしくは直交変換実行前の空間領域における画素データをもとにして第2の変換係数行列を構成する低周波帯域の変換係数を第1の変換係数行列の変換

係数に置換するか否かを選択するステップと、置換する場合には第2の変換係数行列を構成する低周波帯域の変換係数を第1の変換係数行列の変換係数に置換して第3の変換係数行列を求める一方、置換しない場合には第2の変換係数行列をそのまま第3の変換係数行列と設定するステップと、第3の変換係数行列を周波数領域から空間領域へと逆直交変換するステップとからなることを特徴としている。

【0016】さらにまた、本発明にかかる第3の画像拡大方式は、元画像から読み出したブロック単位ごとの画像信号を直交変換して変換係数行列を求め、かつ、拡大率に応じて必要となる高周波帯域の変換係数を変換係数行列に付加したうえ、高周波帯域の変換係数が付加された変換係数行列を逆直交変換して拡大画像を生成する画像拡大方式において、元画像から読み出されるブロック単位の画像信号を当該ブロック単位の幅よりも小さい任意の幅でもって位置ずれさせながら読み出したうえ、ブロックごとの直交変換を実行して拡大画像を生成し、かつ、生成された拡大画像の画素のうちで重複する画素データを有する画素については重複する画素データ同士の平均値を画素データとすることを特徴としている。

【0017】

【作用】第1の画像拡大方式においては、線形補間方法などによる仮の補間処理を実行して仮の拡大画像を作成したうえ、直交変換の実行によって所望の高周波帯域に近似した値を得るようにしている。そして、この際、直交変換された周波数領域の低周波帯域には仮の補間処理に伴う周波数成分までもが含まれているので、元画像からブロック単位で読み出した画像信号の直交変換を実行して求めた周波数領域を低周波帯域と置換すれば、高周波帯域にも値を有する補間が行える。その結果、モスキートノイズの発生を防止することが可能になる。

【0018】第2の画像拡大方式では、複数の画素からなるブロック単位で元画像から読み出した画素データの標準偏差や分散値などを算出して用いるか、または、線形補間方法などによる仮の補間処理を実行して作成された仮の拡大画像における周波数領域での高周波帯域の変換係数を用いることにより、濃度値の急激な変化、すなわち、直交変換を採用してなる画像拡大方式では完全に解消することが困難なモスキートノイズの発生原因となる濃度値の急激な変化がブロック単位の画像信号に多く含まれているか否かを判断する。そして、濃度値の急激な変化が少ないブロックについては、仮の拡大画像における周波数領域の低周波帯域と元画像の周波数領域とを置換して高周波帯域に値を有する補間を行う一方、濃度値の急激な変化が大きいブロックについては、元画像の*

* 周波数領域と置換せずに仮の補間処理によって作成された仮の拡大画像をそのまま用いる。したがって、モスキートノイズの軽減が図れる。

【0019】第3の画像拡大方式では、元画像から読み出されたブロック単位ごとの画像信号を当該ブロック単位の幅よりも小さい任意の幅でもって位置ずれさせながら直交変換を実行したうえでブロックごとの拡大画像を生成している。そこで、生成された拡大画像の画素のうちには、異なるブロックでもって算出された画素データを重複して有する画素が存在することになるが、このような画素については重複する画素データ同士の平均値を画素データとして設定する。その結果、ブロックの端に位置する画素と、これに隣接する他のブロックの端に位置する画素との相関がとれることになる。

【0020】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0021】図1は元画像における画素の構成を示す説明図であり、本発明にかかる実施例のそれぞれでは横64画素×縦48画素からなる元画像を縦横2倍ずつ拡大することによって横128画素×縦96画素からなる拡大画像が作成されることになっている。なお、以下の説明では、元画像における左側上端を原点とし、横座標をX座標及び縦座標をY座標とする一方、画素それぞれの座標位置を(x, y)で表し(但し、x=0, 1, ..., 63, y=0, 1, ..., 47)、また、画素データをf(x, y)で表している。

【0022】第1実施例

図2は第1実施例による拡大処理を模式化して示す説明図であり、この第1実施例では以下に説明する①～⑤のステップからなる手順に従った処理が実行される。

【0023】①まず、拡大すべき元画像を複数の画素、例えば、8×8個の画素からなるブロック単位ごとに分割したうえ、ブロック単位の画像信号を元画像から読み出す。そして、この際には、読み出したブロックの左側上端を原点とし、画素それぞれの座標を(k, l)で表し(k, l=0, 1, ..., 7)、かつ、画素データのそれぞれをg(k, l)で表すこととする。引き続き、画像信号を空間領域から周波数領域へと直交変換する手法として2次元の離散コサイン変換(DCT)を用いたうえ、(2)式に基づく直交変換の実行によって第1の変換係数行列G(u, v)を求める(u, v=0, 1, ..., 7)。

【0024】

【数1】

$$G(u, v) = \frac{2}{z} c(u) c(v) \sum_{k=0}^{z-1} \sum_{l=0}^{z-1} g(k, l) \cos \frac{(2k+1)u\pi}{2z} \cos \frac{(2l+1)v\pi}{2z} \dots\dots (2)$$

【0025】但し、z=8

$$1/\sqrt{2} \quad \text{for } w=0$$

$$c(w) = \begin{cases} 1 & \text{for } w \neq 0 \end{cases}$$

なお、直交変換の手法が離散コサイン変換に限られることはなく、アダマール変換や離散ハートレー変換、スラント変換によって空間領域から周波数領域への変換が可能であれば、これらの手法を用いることも可能である。

【0026】②次に、補間すべき画素の周囲にあつて元画像を構成する画素の少なくとも1つ以上をもとにした仮の補間処理、つまり、Bilinear法などの線形補間方法に基づく仮の補間処理を実行することによって仮の拡大画像を求める。すなわち、この際においては、補間対象画素それぞれの座標を (x', y') , $(x' + \alpha, y')$, $(x', y' + \beta)$ とし、かつ、補間参照画素それぞれの座標を (x, y) , $(x + 1, y)$, $(x + 1, y + 1)$, $(x, y + 1)$ とする一方、各補間参照*

$$f(x', y') = 0.25 \times \{f(x, y) + f(x + 1, y) + f(x + 1, y + 1) + f(x, y + 1)\} \cdots (3)$$

$$f(x' + 0.5, y') = 0.5 \times \{f(x, y) + f(x + 1, y)\} \cdots (4)$$

$$f(x', y' + 0.5) = 0.5 \times \{f(x, y) + f(x, y + 1)\} \cdots (5)$$

なお、この実施例ではBilinear法を用いているが、Nearest Neighbor法（最近傍法）やCubic Convolution法（3次元補間法）などによって空間領域での補間を行うことが可能であれば、任意の線形補間方法を用いることができる。

【0029】③さらに、②で求めた仮の拡大画像を複数の画素、つまり、 16×16 個の画素からなるブロック単位に分割し、ブロック単位の画像信号を拡大画像から読み出す。そして、この際においては、ブロックの左側※

$$H(s, t) = \frac{2}{z} c(s) c(t) \sum_{m=0}^{z-1} \sum_{n=0}^{z-1} h(m, n) \cos \frac{(2m+1)s\pi}{2z} \cos \frac{(2n+1)t\pi}{2z} \cdots \cdots (6)$$

【0031】但し、 $z = 16$

$$c(w) = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & \text{for } w=0 \\ 1 & \text{for } w \neq 0 \end{cases}$$

④次に、第2の変換係数行列 $H(s, t)$ を構成する低★

$$E(o, p) = \begin{cases} G(o, p) & \text{for } o < 8, p < 8 \\ H(o, p) & \text{for } o > 7, p > 7 \end{cases} \cdots \cdots (7)$$

但し、 $o, p = 0, 1, \dots, 15$

⑤その後、周波数領域から空間領域へ逆直交変換する手法として逆離散コサイン変換（逆DCT）を用いたうえ、第3の変換係数行列 $E(o, p)$ を（8）式に基づいて逆直交変換することによって拡大画像を構成する画☆

$$e(i, j) = \frac{2}{z} \sum_{o=0}^{z-1} \sum_{p=0}^{z-1} c(o) c(p) E(o, p) \cos \frac{(2i+1)o\pi}{2z} \cos \frac{(2j+1)p\pi}{2z} \cdots \cdots (8)$$

* 画素の画素データである濃度値を $f(x, y)$, $f(x + 1, y)$, $f(x + 1, y + 1)$, $f(x, y + 1)$ としたうえ、第1従来例で示した（1）式を利用することによって各補間対象画素の画素データである濃度値 $f(x', y')$, $f(x' + \alpha, y')$, $f(x', y' + \beta)$ のそれぞれを算出することが行われる。

【0027】そして、この際には、元画像を構成する画素同士間の距離を1とするならば、（1）式における α 及び β が共に0.5となることから、補間対象画素の座標は (x', y') , $(x' + 0.5, y')$, $(x', y' + 0.5)$ と、また、各補間対象画素の画素データは $f(x', y')$, $f(x' + 0.5, y')$, $f(x', y' + 0.5)$ となり、これら補間対象画素の画素データは（3）ないし（5）式によって求められることになる。

【0028】

※上端を原点とし、かつ、画素それぞれの座標を (m, n) で表すと共に $(m, n = 0, 1, \dots, 15)$ 、画素データのそれぞれを $h(m, n)$ で表すこととする。引き続き、直交変換の手法として離散コサイン変換を用いることとし、（6）式に基づく直交変換の実行によって第2の変換係数行列 $H(s, t)$ を求める $(s, t = 0, 1, \dots, 15)$ 。

【0030】

【数2】

$$H(s, t) = \frac{2}{z} c(s) c(t) \sum_{m=0}^{z-1} \sum_{n=0}^{z-1} h(m, n) \cos \frac{(2m+1)s\pi}{2z} \cos \frac{(2n+1)t\pi}{2z} \cdots \cdots (6)$$

★周波数領域の変換係数を第1の変換係数行列 $G(u, v)$ の変換係数に置換したうえ、（7）式に基づいて第3の変換係数行列 $E(o, p)$ を求める。

【0032】

☆画素それぞれの有する画素データ $e(i, j)$ を求める $(i, j = 0, 1, \dots, 15)$ 。

【0033】

【数3】

【0034】但し、 $z = 16$

$$c(w) = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & \text{for } w=0 \\ 1 & \text{for } w \neq 0 \end{cases}$$

以上説明したように、本実施例によれば、 8×8 個の画素からなるブロック単位で読み出した元画像を 16×16 個の画素からなるブロック単位に拡大でき、横64画素×縦48画素からなる元画像を縦横2倍ずつに拡大して横128画素×縦96画素からなる拡大画像を作成することが可能であることが分かる。ところで、本実施例では、 $8:16$ 、つまり、 $1:2$ の拡大を行っているが、比率の異なる拡大を行うことも可能であり、例えば、元画像のブロック単位を構成する画素の個数を $a \times b$ 個とし、拡大画像のブロック単位を構成する画素の個数を $A \times B$ とした場合における拡大率は横方向で $a:A$ となり、かつ、縦方向で $b:B$ となるのである。

【0035】第2実施例

図3は第2実施例による拡大処理の手順を示すフローチャート、図4は重み付け係数のテーブルを示す説明図であり、この第2実施例では以下に説明する①～⑦のステップからなる手順に従った処理が実行される。

【0036】①拡大すべき元画像を 8×8 個の画素からなるブロック単位に分割したうえ、ブロック単位の画像*

$$f(x', y') = f(x' + 0.5, y') = f(x', y' + 0.5) = f(x, y) \quad \dots\dots (9)$$

なお、ここでは、線形補間方法としてNearest Neighbor法を用いることとしているが、Bilinear法やCubic Convolution法などを用いることも可能である。

【0039】③次に、②で求めた仮の拡大画像を 16×16 個の画素からなるブロック単位に分割したうえ、ブロック単位の画像信号を拡大画像から読み出す。そして、この際においては、読み出したブロックの左側上端を原点とし、画素それぞれの座標を (m, n) で表すと共に $(m, n=0, 1, \dots, 15)$ 、画素データのそれぞれを $h(m, n)$ で表すこととする。さらに、直交変換の手法としては離散コサイン変換を用いることとし、※

$$R = \sum_{s=0}^{z-1} \sum_{t=0}^{z-1} H(s, t) x W(s, t)$$

【0042】なお、ここでは、第2の変換係数行列 $H(s, t)$ を用いることによって判別係数 R を求めているが、ブロック単位で元画像から読み出した画素データの標準偏差や分散値などを用いてもよい。また、重み付け係数が図4で示した値に限定されることはなく、任意に定められるものであることは勿論である。

【0043】⑤そして、④で求めた判別係数 R と任意に定めた判別基準値 T とを比較し、 $R < T$ ならば、元画像からブロック単位で読み出した画像信号中における濃度値の急激な変化が少ないと判断し、高周波帯域を考慮し★

$$E(o, p) = H(o, p)$$

但し、 $o, p = 0, 1, \dots, 15$

* 信号を元画像から読み出す。そして、この際には、読み出したブロックの左側上端を原点とし、画素それぞれの座標を (k, l) で表すと共に $(k, l=0, 1, \dots, 7)$ 、画素データのそれぞれを $g(k, l)$ で表すこととする。引き続き、直交変換する際の手法として離散コサイン変換を用いることとし、第1実施例で示した

(2)式に基づく直交変換の実行によって第1の変換係数行列 $G(u, v)$ を求める $(u, v=0, 1, \dots, 7)$ 。

【0037】②ブロック単位で読み出した元画像に対する仮の補間処理を線形補間方法の一つであるNearest Neighbor法によって実行し、仮の拡大画像を生成する。そして、このNearest Neighbor法では、補間対象画素に最も近い距離にある補間参照画素の画素データを補間対象画素そのものの画素データとして用いることが行われるため、補間対象画素の座標 (x', y') 、 $(x' + 0.5, y')$ 、 $(x', y' + 0.5)$ は補間参照画素の座標 (x, y) と同じになり、これら補間対象画素の画素データ $f(x', y')$ 、 $f(x' + 0.5, y')$ 、 $f(x', y' + 0.5)$ は(9)式によって算出される。

【0038】

※第1実施例で示した(6)式に基づく直交変換の実行によって第2の変換係数行列 $H(s, t)$ を求める $(s, t=0, 1, \dots, 15)$ 。

【0040】④さらに、③で求めた第2の変換係数行列 $H(s, t)$ に対して図4のテーブルで示す重み付け係数 $W(s, t)$ を乗算し、かつ、乗算した値の和を算出することによって(10)式に基づく判別係数 R を求める。

【0041】

【数4】

$$\dots\dots (10)$$

★た補間を行う。すなわち、第2の変換係数行列 $H(s, t)$ における低周波帯域の変換係数を第1の変換係数行列 $G(u, v)$ の変換係数に置換したうえ、第3の変換係数行列 $E(o, p)$ を第1実施例で示した(7)式によって求める。

【0044】⑥また、この際、 $R \geq T$ ならば、濃度値の急激な変化が多いと判断し、(11)式で示すように、第2の変換係数行列 $H(s, t)$ をそのまま第3の変換係数行列 $E(o, p)$ に置換する。

【0045】

$$\dots\dots (11)$$

⑦その後、逆直交変換の手法として逆離散コサイン変換

を用いることとし、第3の変換係数行列E (o, p) を第1実施例で示した(8)式に基づいて逆直交変換することによって拡大画像を構成する画素それぞれの有する画素データe (i, j) を求める (i, j = 0, 1, … 15)。

【0046】第3実施例

図5は第3実施例による拡大処理の手順を示すフローチャート、図6は拡大画像における画素の構成を示す説明図であり、この第3実施例では以下に説明する①～⑤のステップからなる手順に従った処理が実行される。

【0047】①拡大すべき元画像を8×8個の画素からなるブロック単位に分割し、ブロック単位の画像信号を元画像から読み出す。そして、この際においては、読み出したブロックの左側上端を原点とし、画素それぞれの*

$$G(o, p) = \begin{cases} G(o, p) & \text{for } o < 8, p < 8 \\ 0 & \text{for } o > 7, p > 7 \end{cases} \quad \dots\dots (12)$$

但し、o, p = 0, 1, …, 15

なお、この際、第1の変換係数行列G (u, v) における高周波帯域の変換係数に対しては0 (ゼロ) を付加する。

【0050】③さらに、逆直交変換の手法として逆離散コサイン変換を用いることとし、第2の変換係数行列E (o, p) を第1実施例で示した(8)式に基づいて逆直交変換することにより拡大画像を構成する画素それぞれの画素データe (i, j) を求める (i, j = 0, 1, … 15)。

【0051】④引き続き、元画像からブロック単位で読み出される画像信号を当該ブロック単位の幅よりも小さ※

$$g(k, l) = f(N \times 4 + k, M \times 4 + l) \quad \dots\dots (13)$$

⑤その結果、元画像からブロック単位で読み出して拡大された拡大画像におけるブロックは、図6で示すように、左右に位置するブロックと8×16個の画素ずつ、また、上下に位置するブロックと16×8個の画素ずつ、さらに、斜め方向に位置するブロックと8×8個の画素ずつが重複していることになる。そこで、生成された拡大画像の画素のうちで重複する画素データを有する画素については重複する画素データ同士の平均値を求めたうえ、求められた平均値を画素データとすることが行われる。

【0053】なお、ここでは、ブロックを位置ずれさせる画素の個数が4つとしたが、元画像におけるブロック単位の幅未満であれば、任意に設定することが可能である。但し、処理速度及び画質などの都合上、元画像でのブロック単位の幅の半分となる個数だけに留めておくことが望ましい。また、本実施例においては、第1の変換係数行列G (u, v) における高周波数帯域の変換係数を0としたうえで付加しているが、第1もしくは第2実施例で説明した手法を用いてもよく、ブロック単位で処理を行う直交変換を用いた補間処理であるならば、いず★50

*座標を(k, l) で表すと共に(k, l = 0, 1, … 7)、画素データのそれぞれをg (k, l) で表すこととする。引き続き、直交変換する際の手法として離散コサイン変換を用いることとし、第1実施例で示した

(2)式に基づく直交変換の実行によって第1の変換係数行列G (u, v) を求める (u, v = 0, 1, …, 7)。

【0048】②次に、拡大画像に対応した周波数領域の第2の変換係数行列E (o, p) におけるブロック単位を構成する画素の個数は16×16個であるから、第1の変換係数行列G (u, v) における高周波帯域の変換係数を(12)式に基づいて算出したうえで付加する。

【0049】

※い任意の幅でもって位置ずれさせながら読み出す。すなわち、ここでは、例えば、元画像におけるX座標系で4画素だけ右側に位置ずれした8×8個の画素からなるブロックを1単位として読み出すことが行われる。なお、この際、X座標系において読み出すブロックが元画像の画像範囲を越えた場合には、X座標を0に戻したうえ、Y座標系で4画素だけ下に位置ずれしたブロックを読み出すことになる。そして、X座標系でN回、Y座標系でM回だけ位置ずれした場合のg (k, l) は、(13)式によって表される。

【0052】

★れの方法も適用可能である。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にかかる第1の画像拡大方式によれば、線形補間方法などによって仮の拡大画像を作成したうえで高周波帯域に値を有する補間を行うので、高周波数成分の雑音を広がって見えるモスキートノイズを軽減することができるという効果が得られる。そして、第2の画像拡大方式では、モスキートノイズの発生原因である画像の濃度値の急激な変化がブロック単位の画像信号に多く含まれているか否かを判断したうえでの補間を行うこととしたので、モスキートノイズを軽減することができた。また、第3の画像拡大方式では、拡大画像の異なるブロックでもって各別に算出した画素データを重複させたうえ、重複した画素の画素データとして平均値を用いているので、互いに隣接しあうブロック間の相関がとれることになり、ブロック歪み及びモスキートノイズの軽減を図ることが可能になるという効果が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】元画像における画素の構成を示す説明図であ

【図5】第3実施例による拡大処理の手順を示すフロー＊

* チャートである。

【図8】第2従来例による拡大処理を模式化して示す説明図である。

【図 4】

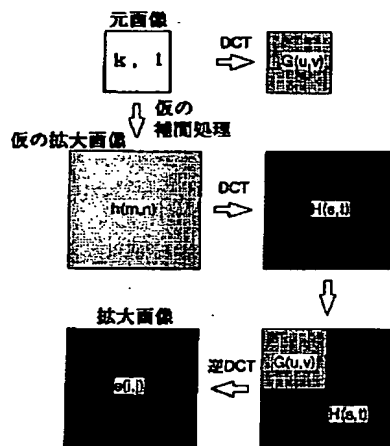
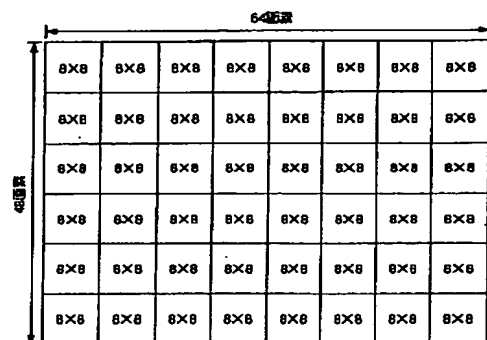
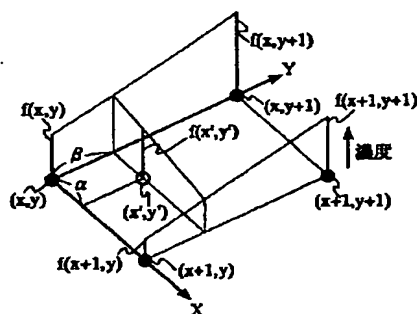
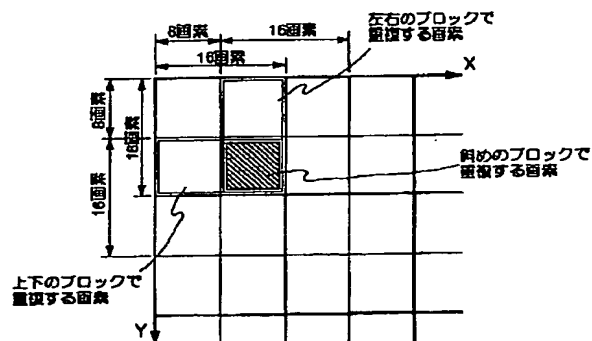


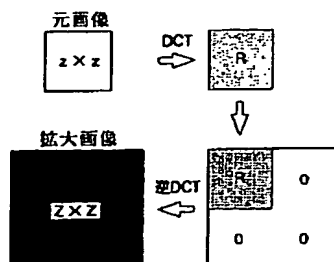
Figure 1 shows a 10x10 grid with dimensions 8 and 6. The grid contains a sequence of numbers from 0 to 9, with some cells containing multiple digits. The numbers are arranged in a pattern that suggests a sequence of operations or a specific data set.

0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4
1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	4	4	5	5
1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	5	6	6
1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	4	5	6	6	7
1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	4	5	6	7	7
1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	5	6	7	7
1	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	5	6	7	8
1	2	2	3	3	3	3	3	4	4	5	6	7	8	8

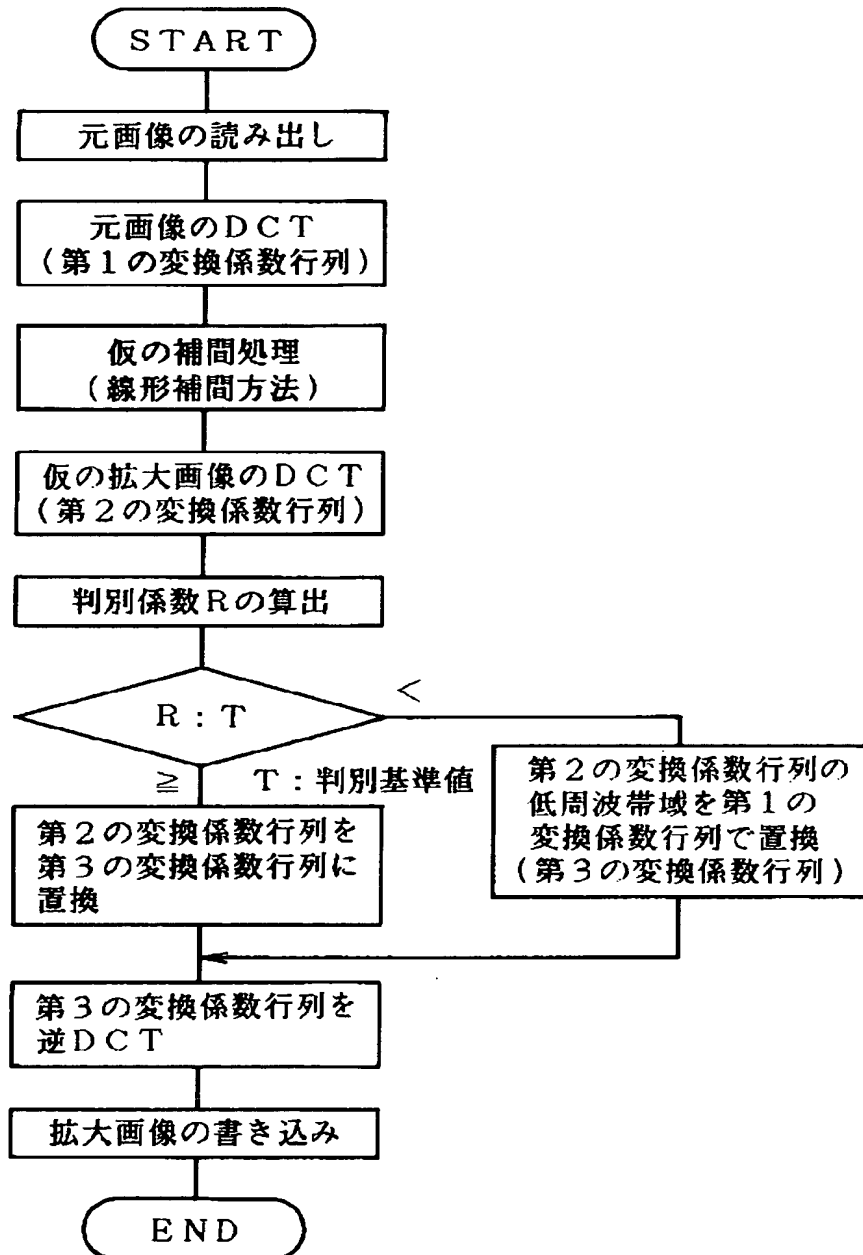
【图7】



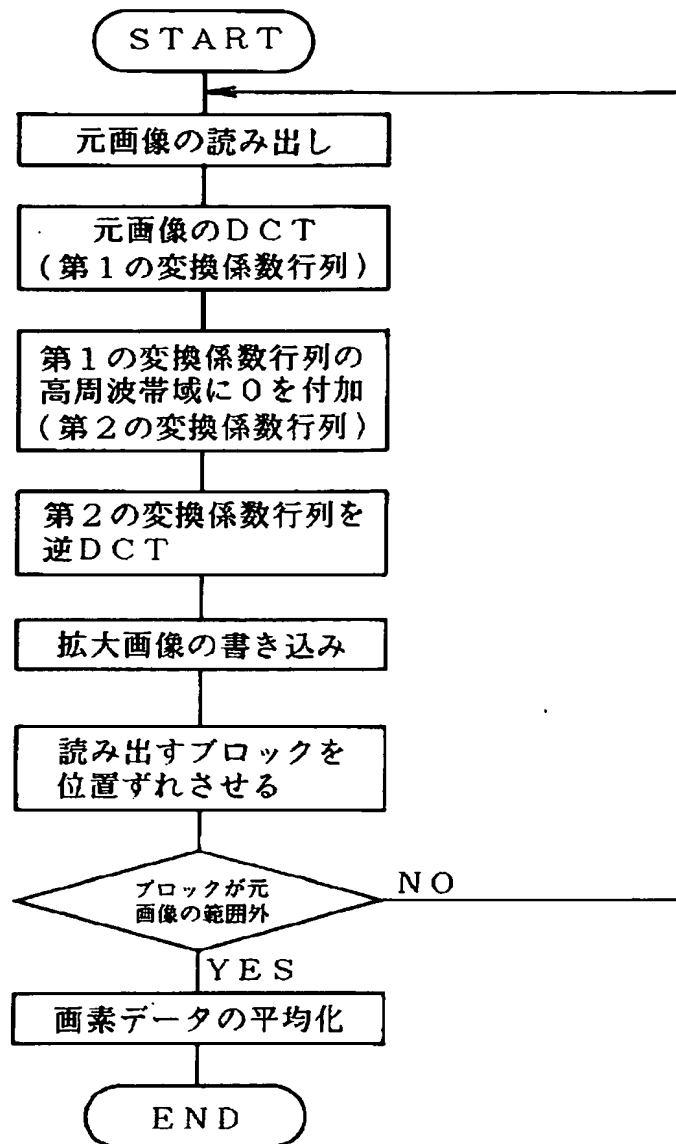
【図 8】



【図 3】



【図 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.